

УДК 633.521: 631.52: 632.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130

В. П. Понажев

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Российская Федерация

✉ info.trk@fncl.ru

Поступила в редакцию:
16.03.2022

Одобрена после рецензирования:
31.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130

Vladimir P. Ponazhev

Federal Research Center for Bast Crops, Tver, Russian Federation

✉ info.trk@fncl.ru

Received by the editorial office:
16.03.2022

Accepted in revised:
31.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Эффективность методов отбора исходного материала льна масличного в первичном семеноводстве

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Эффективность первичного семеноводства льна масличного во многом зависит от методов отбора растений и создания обновленных (оригинальных) семян, которые по-прежнему остаются сложными и трудоёмкими. Разработка новых, более совершенных, методов отбора исходного материала культуры, направленных на снижение трудоемкости, затрат труда и ускорение работ на начальных этапах семеноводства, является актуальным и имеет практическое значение.

Методы. Объектом исследований являлся процесс отбора и тестирования растений льна масличного по соответствующим признакам, предметом исследований — типичные растения и полученные из них семена. Эксперименты выполняли в соответствии с методиками проведения полевых опытов, а также методическими рекомендациями по семеноводству льна масличного. Оценку сортового качества семян осуществляли методом грунтового контроля. Содержание в почве фосфора и калия определяли методом Кирсанова, а кислотность почвы — ионометрическим методом.

Результаты. Установлено, что метод отбора растений льна масличного по новому признаку — сроку зацветания — по сравнению с принятым аналогом позволил увеличить выход обновленных (оригинальных) семян на 35,6%, повысить их однородность по массе семени на 8%, силу семян — на 9,1%, снизить затраты труда на 31%. Методом грунтового контроля установлен высокий уровень сортового качества семян, созданных с использованием отбора по новому признаку. Выявлено, что негативный отбор, предусматривающий удаление нетипичных по морфологическим признакам растений, обеспечил по сравнению с контролем увеличение выхода семян на 22,6%, улучшение их морфофизиологических свойств, в том числе повышение силы семян на 13,6%, увеличение длины проростка семени на 25%, а также снижение затрат труда на 23,5%. Результаты грунтового контроля показали, что данный метод позволил получить однородный по цвету оригинальный материал, а также растения, обладающие необходимой выравненностью по высоте и содержанию волокна в стебле.

Ключевые слова: лен, семена, высшие репродукции, семеноводство, методы отбора, исходный материал, сорта, сортовые качества

Для цитирования: Понажев В.П. Эффективность методов отбора исходного материала льна масличного в первичном семеноводстве. Аграрная наука; 2022; 362 (9): 126–130. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130>

© Понажев В.П.

Efficiency of methods for selecting the initial material of oil flax in primary seed production

ABSTRACT

Relevance. The efficiency of primary oil flax seed production largely depends on the methods of plant selection and the creation of updated (original) seeds, which still remain complex and time consuming. The development of new, more advanced methods for selecting the initial crop material, aimed at reducing labor intensity, labor costs and speeding up work at the initial stages of seed production, is relevant and has practical significance.

Methods. The object of research was the process of selection and testing of oil flax plants according to the relevant characteristics, the subject of research was typical plants and seeds obtained from them. The experiments were carried out in accordance with the methods of field experiments, as well as methodological recommendations for seed production of oil flax. The varietal quality of seeds was assessed by the method of soil control. The content of phosphorus and potassium in the soil was determined by the Kirsanov method, and the acidity of the soil was determined by the ionometric method.

Results. It has been established that the method of selecting oil flax plants according to a new trait — the flowering period, compared with the accepted analogue, made it possible to increase the yield of renewed (original) seeds by 35.6%, increase their uniformity in seed weight by 8%, seed strength — by 9.1%, reduce labor costs by 31%. The method of soil control established a high level of varietal quality of seeds created using selection for a new trait. It was revealed that negative selection, which involves the removal of plants that are atypical in terms of morphological characteristics, provided, compared with the control, an increase in seed yield by 22.6%, an improvement in their morphological and physiological properties, including an increase in seed strength by 13.6%, an increase in the length of the seedling seed by 25%, as well as a reduction in labor costs by 23.5%. The results of soil testing showed that this method allowed us to obtain original material uniform in color, as well as plants with the necessary evenness in height and fiber content in the stem.

Key words: flax, seeds, higher reproductions, seed production, selection methods, source material, varieties, varietal qualities

For citation: Ponazhev V.P. Efficiency of methods for selecting the initial material of oil flax in primary seed production. Agrarian science. 2022; 362 (9): 126–130. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-126-130> (In Russian).

© Ponazhev V.P.

Введение / Introduction

Эффективность производства семян высших репродукций льна масличного, гарантированное обеспечение ими льносеющих хозяйств с целью получения необходимого объема товарного семенного материала высокого качества в наибольшей степени зависят от применяемых в первичном семеноводстве культуры методов и технологий, их трудоемкости и затратности. Высокая трудоемкость существующих методов отбора и тестирования растений с целью создания в последующем обновленных (оригинальных) семян, а также невысокий коэффициент их последующего размножения не позволяют в полной мере обеспечить производство достаточных объемов товарной семенной продукции [1, 2, 3]. Это обстоятельство в сочетании с другими неблагоприятными факторами препятствует ускоренному продвижению новых высокопродуктивных сортов льна масличного в производство, повышению урожайности и качества продукции [4]. В связи с этим доля новых сортов льна масличного в структуре посевов остается невысокой (менее 12%), в то время как в Госреестре селекционных достижений РФ она превышает 30% [5]. Многие новые сорта, созданные на основе использования генетического материала, полученного в результате его оценки на устойчивость к эдафическим факторам среды, болезням, стрессам, обладают высоким биологическим потенциалом, а также способностью противостоять засушливым условиям и высокой температурой воздуха [6, 7, 8]. Эти сорта характеризуются соответствующими генами устойчивости к неблагоприятным факторам среды и различным патогенам [9–13].

Важность использования такого исходного материала в селекции льна масличного обосновывается тем, что под влиянием некоторых абиотических факторов, в том числе засухи и высокой температуры воздуха, проявляется нестабильность сортового качества семян, сопровождаемая уменьшением массы семени, ухудшением морфофизиологических свойств семенного материала, изменением структуры самого растения [14–16]. Это указывает на необходимость, учитывая, к тому же, опыт зарубежной селекции, более широкого использования генетических ресурсов льна масличного при выведении новых сортов [17–19].

Учитывая тот факт, что большинство новых сортов характеризуются высоким и стабильным уровнем сортового качества, целесообразным является совершенствование методов первичного семеноводства культуры в направлении уменьшения их сложности, снижения трудоемкости и повышения выхода обновленных семян.

При создании обновленных (оригинальных) семян льна масличного используются массовый и индивидуальный, в том числе с последующей оценкой потомств, отборы. При этом отборы растений проводятся в посевах оригинальных семян (семян суперэлита) в условиях недостаточно выровненного агрофона. Иногда отбор проводится в посевах самых начальных этапов первичного семеноводства. В то же время, например, у льна-долгунца отбор исходного материала с целью создания обновленных семян осуществляется в питомниках отбора в условиях выровненного агротехнического фона с использованием при этом ленточного способа посева, позволяющего осуществить более эффективное тестирование [20, 21]. Наиболее сложным и трудоемким в первичном семеноводстве льна масличного, а также других культур, является индивидуальный отбор [22]. При осуществлении индивидуального отбора продолжительность первичного семеноводства по сравне-

нию с другими методами увеличивается на 1–2 года, а затраты труда и средств выше более чем в 1,5 раза.

В связи с этим представляется необходимой разработка более эффективных методов отбора исходного материала льна масличного с целью повышения выхода оригинального материала, снижения трудоемкости, затрат труда и средств.

Целью исследований являлась разработка новых, более совершенных методов отбора растений льна масличного в первичном семеноводстве.

Материал и методы исследования / Materials and method

Исследования проводили на опытном поле и в лаборатории селекционно-семеноводческих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (Тверская область) в 2019–2021 гг. Предметом исследований являлись полученные в процессе отбора растения и семена льна масличного сорта ЛМ-98, включенного в Госреестр селекционных достижений РФ. Объект исследований — процесс отбора и тестирования растений по соответствующим признакам с последующим получением обновленных (оригинальных) семян. Эксперименты выполняли в соответствии с действующими методиками [23, 24]. Закладку питомников отбора растений осуществляли с использованием посева семян ленточным двухстрочным способом (0,075×0,45 м), обеспечивающим усиление модификационной изменчивости у растений и, как результат, проведение эффективного отбора.

Контролем в эксперименте являлся отбор растений льна масличного по действующей методике (индивидуальный отбор лучших растений). Отбор и тестирование растений по сроку зацветания предусматривали удаление соцветий у растений до наступления и после завершения в питомнике фазы полного цветения. Оставшиеся растения использовались как типичные. Негативный отбор включал удаление из питомника отбора низкорослых, высокостебельных, а также малокоробочных и пораженных болезнями (нетипичных) растений. Оставшиеся растения относились к типичным. Для закладки питомников отбора использовался преимущественно однородный по массе единичного семени посевной материал. Норма высева всхожих семян в питомнике отбора — 150 штук на погонный метр рядка. Оценка однородности растений по высоте, содержанию волокна в стебле, а также по окраске (цвету) семян осуществляли методом грунтового контроля в условиях выровненного агрофона [24]. Посев семенного материала, полученного из типичных растений, проводили квадратным способом (0,025×0,025 м). Особенности метода позволяют провести оценку типичности по цвету семян, рассчитать коэффициент вариации сортовых признаков и определить тем самым уровень сортовой однородности (типичности) полученных семян.

Посевные качества семян льна масличного оценивали в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52325-2005. Всхожесть посевных семян составляла 90–92% и соответствовала категории оригинальных семян (ОС). Почва опытных участков — дерново-подзолистая, среднесуглинистая, хорошо окультуренная, характеризовалась следующими значениями: pH_{KCl} — 5,1–5,3; P_2O_5 — 201–262 мг/кг; K_2O — 118–123 мг/кг.

Кислотность почвы (pH) определяли ионометрическим методом по ГОСТ Р 58594-2019, содержание подвижных форм фосфора и калия — методом Кирсанова.

Посев семян и уборку льна масличного в опытах осуществляли в оптимальные агротехнические сроки.

Агротехника при закладке полевых экспериментов — общепринятая.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась в соответствии с методикой полевого опыта с использованием метода дисперсионного анализа [25].

Метеоусловия вегетационного периода 2019 г. характеризовались повышенным количеством выпавших осадков при средней температуре воздуха, близкой к норме (ГТК — 1,8). В 2020 г. в течение вегетации выпало избыточное количество осадков при средней температуре воздуха на 0,2 °C ниже нормы (ГТК — 2,2). Вегетационный период 2021 г. характеризовался выраженной засушливостью (ГТК — 1,1).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведение отбора растений льна масличного по новому признаку — сроку зацветания, а также осуществление негативного отбора в специально заложенных питомниках с использованием посева ленточным способом, создающего более выраженный модификационный эффект, позволяют обеспечить получение максимального выхода семян при минимальных затратах труда. Выполненные исследования показали, что при тестировании по сроку зацветания количество типичных растений составило 71,1%, поморфологическим признакам с удалением нетипичных растений (негативный отбор) — 67,6% при 68,2% в контрольном варианте (таблица 1).

Методы отбора оказывали влияние на выравнивание полученных типичных растений по высоте и их однородность по содержанию волокна в стебле — показатели, характеризующие уровень технологического качества исходного материала. Исследования показали, что отбор по новому признаку — сроку зацветания — по сравнению с контролем обеспечил получение растений с наибольшей выравниваемостью по высоте, о чем свидетельствует наименьший коэф-

фициент вариации (7,2 против 8,8% в контроле). Выявлено, что отбор и тестирование растений по сроку зацветания по сравнению с контрольным вариантом позволили увеличить выход обновленных семян на 35,6%, а отбор по морфологическим признакам с удалением нетипичных растений (негативный отбор) — на 22,6%. При этом варианты с отбором по сроку зацветания и морфологическим признакам растений оказались менее затратными, чем контрольный вариант, обеспечив снижение издержек соответственно на 31 и 23,5%.

Исследуемые методы отбора исходного материала льна масличного не оказали значительного влияния на качество семян — энергию прорастания, всхожесть и массу 1000 семян (таблица 2).

Не отмечено выраженного влияния их и на формирование массы единичного семени, которая изменялась в пределах от 5,0 мг в контрольном варианте до 5,2 мг при проведении отбора растений по сроку зацветания.

Оценка морфофизиологических свойств созданных семян льна масличного позволила выявить наличие определенных различий между вариантами эксперимента по силе семян. Исследования показали, что при отборе по морфологическим признакам и сроку зацветания растений сила семян оказалась соответственно на 13,6 и 9,1% выше, чем в контроле. При проведении отбора по морфологическим признакам растений, то есть негативного отбора, получен оригинальный материал с наибольшей длиной проростка семени — на 25% выше, чем в контроле.

С целью более полной оценки эффективности исследуемых методов отбора проведено определение сортового качества созданных семян льна масличного методом грунтового контроля (таблица 3).

Оценка сортового качества по методике грунтового контроля показала, что при всех методах отбора исходного материала не наблюдалось формирование семян с нетипичной (иной) окраской. Наибольшая выравниваемость растений по высоте, характеризующая наимень-

Таблица 1. Количественные и качественные признаки, семенная продуктивность типичных растений льна масличного при различных методах отбора (среднее за 2019–2021 гг.)

Table 1. Quantitative and qualitative traits, seed productivity of typical oil flax plants under various selection methods (average in 2019–2021)

Наименование показателей	Методы отбора растений			Отношение к контролю метода отбора растений	
	по действующей методике, контроль	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор
Количество типичных растений после тестирования от числа отобранных	68,2	71,1	67,0	-	-
Выравниваемость типичных растений по высоте, коэффициент вариации	8,8	7,2	8,0	81,8	90,9
Однородность типичных растений по содержанию волокна в стеблях, коэффициент вариации	7,2	8,3	8,1	115,2	112,5
Содержание волокна в стеблях типичных растений	20,6	21,0	19,1	-	-
Масса семян, полученных из типичных растений, г/м ²	66,3	89,9	81,3	135,6	122,6
Однородность семян по массе единичного семени, полученных из типичных растений	78	86	82	-	-
Затраты труда на отбор и оценку растений, чел.-ч	21,3	14,7	16,3	69,0	76,5

Примечание: * — HCP_{05} , г/м²; $F_{факт} > F_{05}$

Таблица 2. Качество семян льна масличного при различных методах отбора растений (среднее за 2019–2021 гг.)

Table 2. The quality of oil flax seeds with different methods of plant selection (average in 2019–2021)

Наименование показателей	Методы отбора растений			Отношение к контролю метода отбора растений, %	
	по действующей методике, контроль	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор
Энергия прорастания семян, %	80	85	85	-	-
Всхожесть семян, г	91	91	92	-	-
Масса 1000 штук семян, г	5,04	5,15	5,07	102,2	100,6
Масса единичного семени, мг	5,0	5,2	5,1	104,0	102,0
Длина проростка семени, м	0,044	0,043	0,055	97,7	125,0
Масса 100 проростков семян, сила семян, г	2,2	2,4	2,5	109,1	113,6
Масса 0,01 м проростка, мг	5,0	5,6	4,5	112,0	90,0

Таблица 3. Результаты грунтового контроля, характеризующие однородность сортовых признаков растений льна масличного (среднее за 2020–2021 гг.)

Table 3. Results of soil control characterizing the uniformity of varietal characteristics of oil flax plants (average in 2020–2021)

Наименование показателей	Методы отбора растений			Отклонение от контроля метода отбора растений, ±	
	по действующей методике, контроль	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор	по сроку зацветания	по морфологическим признакам, негативный отбор
Высота растений, м	0,680	0,678	0,664	-0,002	-0,016
Количество на растениях нетипичных по окраске — (цвету), %	0	0	0	0	0
Содержание волокна в стеблях растений, %	24,5	23,9	23,9	-0,6	-0,6
Выравненность растений по высоте, коэффициент вариации, %	6,1	4,8	7,2	-1,3	+1,1
Однородность растений по содержанию волокна в стебле, коэффициент вариации, %	6,8	5,7	7,8	-1,1	+2,1

шим коэффициентом вариации отмечена в варианте с отбором по их сроку зацветания (коэффициент вариации 4,8% при 6,1% в контроле). Отбор по данному признаку обеспечил формирование растений с наиболее высокой однородностью по содержанию волокна в стебле (коэффициент вариации 5,7% против 6,8% в контроле). Исследования показали, что содержание волокна в стеблях растений во всех вариантах эксперимента изменялось незначительно.

Выводы / Conclusion

В результате выполненных исследований установлена высокая эффективность метода отбора исходного материала, в первичном семеноводстве льна масличного по новому признаку — сроку зацветания растений с удалением у них соцветий до наступления и после окончания полного цветения. Отбор по данному признаку позволил по сравнению с контрольным вариантом увеличить выход обновленных семян на 35,6%, повысить их однородность по массе единичного семени на 8%, снизить затраты труда на 31%.

Автор несет ответственность за свою научную работу и представленные данные в научной статье.

Новый метод отбора по сравнению с принятым аналогом улучшал качество семян, обеспечивая при этом повышение энергии их прорастания на 5%, силы семян на 9,1%, массы 0,01 м проростка семени на 12,0%. Проведение тестирования растений льна масличного по новому признаку — сроку зацветания позволило по данным грунтового контроля сохранить сортовое качество обновленных семян, обеспечив при этом необходимую их однородность по цвету и более высокую выравненность самих растений по высоте и содержанию волокна в стеблях по сравнению с контролем.

Негативный отбор, предусматривающий удаление нетипичных по морфологическим признакам растений, по сравнению с контрольным вариантом позволил увеличить выход семян на 22,6%, улучшить морфологические свойства оригинального материала и обеспечить при этом снижение затрат труда на 23,5%.

Результаты исследований, характеризующие особенности применения новых методов отбора исходного материала предложены для включения в методические рекомендации по семеноводству льна масличного.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Федеральный научный центр лубяных культур по теме № FGSS 2019-0016.

FUNDING

The research was carried out within the framework of the State Order of the Ministry of Science and Higher Education Federal Scientific Center for Bast Crops on the topic No. FGSS 2019-0016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Горлов С.Л. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2010; 51 с.
2. Лошкомоиных И.А., Пузиков А.Н. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Омской области. Искуль: Золотой тираж. 2011; 16 с.
3. Рожмина Т.А., Павлова Л.Н. Льняная отрасль на пути к возрождению. *Защита и карантин растений*. 2018; 1: 3-8.
4. Ван Монсвелт Е.Д., Тимирбекова С.К. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы. *Сельскохозяйственная биология*. 2017; 53: 478-486.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2020; 496 с.
6. Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83: 361-373.
7. Figueiredo N., Carranca C., Trindade H. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield leaf greenness and phenological stages duration. *Paddy and Water Environment*. 2015; 13: 313-324.
8. Лоскутов И.Г., Блинова Е.В., Гачкаева Т.Ю. Разнообразие культурного овса по хозяйственно-ценным признакам и их связь с устойчивостью к фузариозу. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016; 20(3): 286-294.
9. Zhang M., Coaker G. Harnessing effector-triggered immunity for durable disease resistance. *Phytopathol.* 2017; 3: 912-919.
10. Djidjou Demasse R., Moury B., Fabre F. Mosaics often outperform pyramids: insights from a model comparing strategy the deployment of plant resistance genes against viruses in agricultural landscapes. *New Phytol.* 2017; 216: 239-253.
11. Mundt C. Pyramiding for resistance durability: Theory and practice. *Phytopathol.* 2018; 108(7): 792-802.
12. Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protect. Sci.* 2018; 54: 83-86.
13. Pectix Y., Penouilh-Suzette C., Munos S., Vear F., Godiard L. Ten broad spectrum resistances to downy mildew physically mapped on the sunflower genome. *Front. Plant Sci.* 2018; 9: 10.3389/fpls.2018.01780.
14. Пакудин, В.В., Лопатин Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984; 4: 109-113.
15. Голуб И.А. Возделывание льна масличного в Республике Беларусь. *Земледелие и защита растений*. 2017; 4:35-38.
16. Голуб И.А. Результаты оценки генофонда льна масличного в условиях Республики Беларусь для целей селекции. *Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы*. 2018; 106-108.
17. Ouyang W., Xiong D., Li G., Li X. Unraveling the 3D Genome Architecture in Plants: Present and Future. *Molecular Plant*. 2020; 13 (12): 1676-1693.
18. Pointurier O., Gibot-Leclerc S., Moreau D., Reibel C., Vieren E., Colbach N. Designing a model to investigate cropping systems aiming to control both parasitic plants and weeds. *European Journal of Agronomy*. 2021; 129: № s. 126318. 10.1016/j.eja.2021.126318.
19. Haridas S., Albert R., Binder M., Crous P.W., Grigoriev I.V. 101 Dothideomycetes genomes: A test case for predicting lifestyles and emergence of pathogen. *Studies in Mycology*. 2020; 96: 141-153.
20. Поназев В.П. Усовершенствованные методы создания обновленных семян льна-долгунца в первичном семеноводстве. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2019; 2: 44-49.
21. Поназев В.П., Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Селекция и первичное семеноводство льна-долгунца: методические указания. 2014; 92-94.
22. Koli N.R., Patidar B.K. Effectiveness of selection response on F3 and F4 gener, traits in aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2018; 41: 928x.2018.00041.8.
23. Рожмина Т.А., Поназев В.П. Лен масличный: сорт ЛМ-98 и его агротехнологии: рекомендации. 2014; 18 с.
24. Янышина А.А. Грунтовой сортовой контроль льна-долгунца: методические указания. 1999; 21 с.
25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат. 1985; 295 с.

ОБ АВТОРЕ:

Владимир Павлович Поназев, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, академик РАЕН, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий и биотехнологий, Федеральный научный центр лубяных культур, 17/56, Комсомольский проспект, Тверь, 170041, Российская Федерация
e-mail: v.ponazhev.trk@fnclrk.ru

REFERENCES

1. Lukomets V.M., Bochkarev N.I., Gorlov S.L. Perspective resource-saving technology for the production of oil flax: recommendations. M.: Rosinformagrotech. 2010; 51 p. (In Russian.)
2. Loshkomoynikov I.A., Puzikov A.N. Recommendations for the cultivation of oil flax in the Omsk region // Issykul: Golden circulation, 2011; 16 p. (In Russian.)
3. Rozhmina T.A., Pavlova L.N. Flax industry on the way to revival. Protection and quarantine of plants. 2018; 1:3-8. (In Russian.)
4. Van Monsvelt E.D., Timirbekova S.K. Organic agriculture: principles, experience and prospects. Agricultural biology. 2017; 53: 478-486. (In Russian.)
5. State register of selection achievements approved for use. M.: Rosinformagrotech. 2020; 496 p. (In Russian.)
6. Caser M., Lovisolo C., Scariot V. The influence of water stress on growth ecophysiology and ornamental quality of potted *Primula vulgaris* Heidy plants. New insights to increase water use efficiency in plant production. *Plant Growth Regulation*. 2017; 83: 361-373.
7. Figueiredo N., Carranca C., Trindade H. Elevated carbon dioxide and temperature effects on rice yield leaf greenness and phenological stages duration. *Paddy and Water Environment*. 2015; 13: 313-324.
8. Loskutov I.G., Blinova E.V., Gachkaeva T.Yu. Variety of cultivated oats according to economically valuable traits and their relationship with resistance to Fusarium. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2016; 20(3): 286-294. (In Russian.)
9. Zhang M., Coaker G. Harnessing effector-triggered immunity for durable disease resistance. *Phytopathol.* 2017; 3: 912-919.
10. Djidjou Demasse R., Moury B., Fabre F. Mosaics often outperform pyramids: insights from a model comparing strategy the deployment of plant resistance genes against viruses in agricultural landscapes. *New Phytol.* 2017; 216: 239-253.
11. Mundt C. Pyramiding for resistance durability: Theory and practice. *Phytopathol.* 2018; 108(7): 792-802.
12. Spring O., Zipper R. New highly aggressive pathotype 354 of *Plasmopara halstedii* in German sunflower fields. *Plant Protect. Sci.* 2018; 54: 83-86.
13. Pectix Y., Penouilh-Suzette C., Munos S., Vear F., Godiard L. Ten broad spectrum resistances to downy mildew physically mapped on the sunflower genome. *Front. Plant Sci.* 2018; 9: 10.3389/fpls.2018.01780.
14. Pakudin, V.V., Lopatin L.M. Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties. Agricultural biology. 1984; 4:109-113. (In Russian.)
15. Golub I.A. Cultivation of oil flax in the Republic of Belarus. Agriculture and plant protection. 2017; 4:35-38. (In Russian.)
16. Golub I.A. The results of the assessment of the oil flax gene pool in the conditions of the Republic of Belarus for the purposes of breeding. Scientific support for the production of spinning crops: state, problems and prospects. 2018; 106-108. (In Russian.)
17. Ouyang W., Xiong D., Li G., Li X. Unraveling the 3D Genome Architecture in Plants: Present and Future. *Molecular Plant*. 2020; 13 (12): 1676-1693.
18. Pointurier O., Gibot-Leclerc S., Moreau D., Reibel C., Vieren E., Colbach N. Designing a model to investigate cropping systems aiming to control both parasitic plants and weeds. *European Journal of Agronomy*. 2021; 129: № s. 126318. 10.1016/j.eja.2021.126318.
19. Haridas S., Albert R., Binder M., Crous P.W., Grigoriev I.V. 101 Dothideomycetes genomes: A test case for predicting lifestyles and emergence of pathogen. *Studies in Mycology*. 2020; 96: 141-153.
20. Ponazhev V.P. Improved methods for creating renewed fiber flax seeds in primary seed production. Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region. 2019; 2: 44-49. (In Russian.)
21. Ponazhev V.P., Pavlova L.N., Rozhmina T.A. Breeding and primary seed production of fiber flax: guidelines. 2014; 92-94. (In Russian.)
22. Koli N.R., Patidar B.K. Effectiveness of selection response on F3 and F4 gener, traits in aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2018; 41: 928x.2018.00041.8.
23. Rozhmina T.A., Ponazhev V.P. Oilseed flax: variety LM-98 and its agricultural technologies: recommendations. 2014; 18 p. (In Russian.)
24. Yanyshina A.A. Soil varietal control of fiber flax: guidelines. 1999; 21 p. (In Russian.)
25. Dospechov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results). M.: Agropromizdat. 1985; 295 p. (In Russian.)

ABOUT THE AUTHOR:

Vladimir Pavlovich Ponazhev, Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Breeding Technologies and Biotechnologies of Agricultural Technologies of the Federal Scientific Center of Bast Cultures, 17/56, Komsomolsky Prospekt, Tver, 170041, Russian Federation
e-mail: v.ponazhev.trk@fnclrk.ru